

## **Yedinoktalı gelinböceği *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) erginlerinin bazı uçucu organik bitki bileşiklerine yönelimi<sup>1</sup>**

Nimet Sema GENÇER<sup>2</sup>, İrem ALTIN<sup>2</sup>

### **The olfactory response of seven-spot ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) adults to some volatile organic compounds of plants**

**Abstract:** Biological control agents (natural enemies) use a range of volatile organic compounds to locate their prey. The attraction of insects to plants and other host organisms involves detection of specific semiochemicals or specific ratios of these semiochemicals. The seven-spot ladybird beetle, *Coccinella septempunctata*, is a widely distributed predator of several aphid species in diverse habitats worldwide. Pollen and nectar may serve as alternative food sources for coccinellids when aphids are scarce. In order to have a better understanding of the effectiveness of natural enemy species, it is important to study their foraging behavior and olfactory response. The objective of this research was to determine the effects of volatile plant compounds emitted from artificially damaged plants on the orientation of *C. septempunctata* in a Y-tube olfactometer and 4-arm olfactometer. The response of this predator to three plants (beech, pine, honeysuckle) containing limonene was tested. Plants were artificially damaged to induce the emission of volatile compounds. The attraction of ladybird beetle was greatest and least to the odor of honeysuckle leaves (61.87%) and pine needles (7.07%), respectively, in a 4-arm olfactometer study. The orientation of predators to leaf volatiles of beech, mixed plant odour, honeysuckle and pine was 77.77%, 75.55%, 73.77% and 64.44%, respectively.

**Keywords:** Coccinellidae, *Coccinella septempunctata*, attractant, olfactometer, *Lonicera*

**Öz:** Biyolojik mücadele etmenleri (doğal düşmanlar) bir dizi organik uçucu bileşiklerini avlarının yerini bulmada kullanmaktadırlar. Böceklerin bitkilere ve diğer konukçu organizmalara yönelimi belli semiokimyasalların veya bunların belli oranlarının algılanması ile gerçekleşmektedir. *Coccinella septempunctata* birçok afit türünün predatörü olarak dünya genelinde çeşitli habitatlarda yayılış göstermektedir. Coccinellidler polen ve

<sup>1</sup> Bu çalışma; Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenen UAP(Z)-2010/45 no'lu projenin bir bölümü olup, 3-5 Şubat 2014 tarihinde Antalya'da düzenlenen "Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi"nde sözlü sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

<sup>2</sup> Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 16285, Bursa  
Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: nsgencer@uludag.edu.tr  
Alınış (Received): 20.10.2014 Kabul ediliş (Accepted): 25.11.2015

nektarı afit bulunmadığında alternatif besin kaynağı olarak kullanabilir. Doğal düşman türlerinin etkinliğinin daha iyi anlaşılması için beslenme davranışlarının ve kokuya yönelimlerinin çalışılması önemlidir. Bu çalışmanın amacı yapay olarak zararlandırılmış bitkilerden çıkan kokuların yedinoktalı gelinböceğinin yönelimi üzerine etkisini belirlemektir. Aphidofag gelinböceği *C. septempunctata*'nın bitki kokularına yönelimi Y-tüp ve 4-kollu olfaktometre kullanılarak çalışılmıştır. Predatörün yönelimi limonen içeren 3 bitki türü (kayın, çam, hanımeli) seçilerek test edilmiştir. Bitkiler uçucu bileşiklerinin salınımının artırılması için kesilerek yapay olarak zararlandırılmıştır. Yedinoktalı gelinböceği 4-kollu olfaktometre çalışmasında hanımeli yapraklarının kokusuna (%61.87) en yüksek oranda, çam ibresi kokusuna (%7.07) ise en düşük oranda yönelmiştir. Üç farklı bitki kokusuna yönelim istatistiki yönden önemli ölçüde farklıdır. Bununla beraber Y-tüp olfaktometrede yapılan çalışmada istatistiki yönden önemli bir fark yoktur ve avcı böceklerin bitki yapraklarına yönelimi sırasıyla kayın, bitki karışımı, hanımeli ve çamda %77.77, %75.55, %73.77 ve %64.44 olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Coccinellidae, *Coccinella septempunctata*, çekici, olfaktometre, *Lonicera*

## Giriş

Bitkiler zararlılar tarafından saldırıya uğradıklarında uçucu veya uçucu olmayan koruyucu kimyasallar meydana getirmektedirler, bunun yanında fitofag zararı olmadığı durumlarda da floral kimyasallar oluşturmaktadırlar (Rhoades, 1985). Birçok araştırmacı bu kimyasalların doğal düşmanları bitkiler zararlıların saldırısına uğramadan çektiğini belirtmektedir (Dicke & Sabelis, 1988 a,b). Doğada coccinellidlerin bir kısmı avları olan afitlerin bulunduğu bitkilerde bulunurken bir kısmı da üzerinde afit olmayan bitkilerde bulunmaktadır.(Schmid, 1992).

Floral kimyasallar düşük buhar basıncına ve molekül ağırlığa sahip uçucu bileşiklerdir. Bu uçucu bileşikleri monoterpenoidler, sesquiterpenoidler, izoprenoidler, benzenoidler fenilpropanoidler, amino asit türevleri ve yağ asiti türevleri oluşturmaktadır (Knudsen et al., 1993; Dudareva et al., 2000; Pichersky & Gershenzon, 2002.). Bu kimyasalların çoğu çiçeklerden olduğu kadar vejetatif organlardan da salınmaktadır. Bundan başka bitki köklerinden de uçucu bileşiklerin doğaya salınımı olduğu kaydedilmiştir (Knudsen et al., 1993).

Yapılan çalışmalarda, 200.000'in üzerinde çiçekli bitkiden, büyüme ve gelişme süreleri boyunca en az 100.000'in üzerinde semiokimyasal madde salgılandığı, bunların 3.000 tanesinin terpenoid, 1.000'inin flavanoid, 500'ünün quinone, 650'sinin poliasetilen, 400'ünün amino asit ve diğerlerinin ise fenilpropanoid yapısında olduğu kaydedilmiştir (Kesdek ve Yıldırım, 2006). Birçok predatör ve parazitoit böcek türlerinin de konukçularını bu semiokimyasal maddeler yardımıyla bulabildikleri belirtilmektedir (Metcalf, 1986; Metcalf & Lampman, 1989). Bazı uygulamalarda ise sentetik organik uçucu bitki bileşiklerini bitkisel yağlarla karıştırılıp bağ, brokoli ve mısır gibi tarımsal ürünler üzerine püskürtmüşler ve bu alanlarda parazitoid ve predatör yoğunluklarının arttığını belirlemişlerdir (Simpson

et al.,2011). Bu gibi çalışmalardan da anlaşılacağı gibi ileriki yıllarda zararlılarla mücadelede sentetik organik uçucu bitki bileşikleri çeşitli şekillerde kullanılıp tarımsal alanlarda bulunan doğal düşmanların faaliyetinin artırılmasını teşvik etmek ve buralarda zarar yapan böcekleri kontrol altına almak açısından yararlı olacaktır.

Limonen 2 birim izopren' den oluşan bir monoterpenoid'dir. Bitkilerde bulunan Limonen bileşiğinin meyveler, böcekler ve mikroorganizmalar arasında tritropik iletişim kurmalarında rol oynadıkları belirtilmektedir (Rodriguez et al., 2011). Limonen bileşiğinin ayçiçeği, çam (Schuh et al 1997 ;Khalil & Rasmussen, 1992), kayın (Dindorf et al., 2005), hanımeli (Zhou et al., 2012) bazı bitkilerde bulunduğu belirtilmektedir. Örneğin; Coccinellidler zaman zaman beslenmek üzere ayçiçeği gibi bitkilerde toplanmaktadır. Coccinellidler buraya çeken nedir sorusunun bir cevabının da bitki kokularının olduğu düşünülebilir. *C. septempunctata*'nın kokulara yönelimi ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır (Al Abassi et al., 1998, Schaller &Nentwig, 2000). Bu neden ile bu bitkilerde bulunduğu tespit edilen limonen'in *C. septempunctata* üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla bu çalışmanın yapılması düşünülmüştür.

## Materyal ve yöntem

### Böcek

Denemede kullanılan *C.septempunctata* erginleri İstanbul'un Silivri ilçesi yakınlarında bulunan ayçiçeği ( *Helianthus annuus* L.) tarlalarından Temmuz ayında (2013) toplanmıştır. Laboratuara getirilen böcekler tüplere alınarak denemelerde kullanılmak üzere +4 °C 'deki buzdolabında bekletilmiştir. Hava almalarını sağlamak amacıyla tüplerin ağzı şifon ile kapatılmıştır.

### Koku kaynağı

Denemelerde içinde limonen içeren kızılçam ( *Pinus brutia* Ten.), doğu kayını ( *Fagus orientalis* Lipsky) ve beyaz çiçekli çalı hanımeli ( *Lonicera x purpusii*) yaprakları kullanılmıştır (Güngör et al.,2002) (Şekil 1).



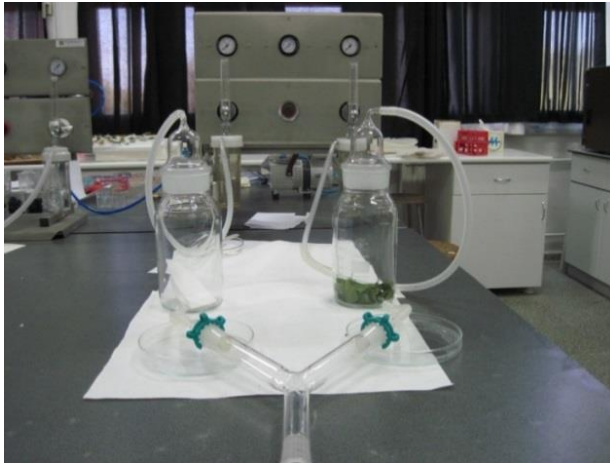
Şekil 1. Denemede kullanılan kayın, çam ve hanımeli yaprakları

Figure 1. Beech, pine and honeysuckle leaves used in the experiment

### Olfaktometre aparatları ve denemenin yapılışı

Denemede Y-tüp ve 4- kollu olfaktometre kullanılmıştır (Şekil 2, 3). Y-tüp olfaktometre 3cm çapında, 20 cm boyunda iki kola sahiptir (Şekil 2). Burada koku kaynaklarını koymak için (21 cm yüksek ve 13 cm çapında) cam fanuslardan yararlanılmıştır. 4-kollu olfaktometre 10 cm çapında bir cam aparata bağlantı yapan 4 adet koldan (10 cm boyunda) oluşmaktadır. Koku kaynakları kollarla aparata bağlantı yapan 4 adet cam fanus (8cm çapında, 7cm yüksekliğinde) içerisine konulmuştur (Şekil 3). Ayrıca hava akımının sağlanmasında anemometre kullanılmıştır (Şekil 2). Hava akımı  $1.5 \text{ l min}^{-1}$  olarak ayarlanmıştır. Işık kaynağı böceklerin yürümesini sağlamak için ters yönden verilmiştir. Her tekerrürden sonra cam malzemeler dezenfekte edilmiş ve alkolden geçirilmiştir. Kurumaları için etüvde  $100^{\circ}\text{C}$ ' de bir saat süresince bekletilmiştir.

Y-tüp olfaktometre denemesinde her bitkiden 30' ar yaprak koparılmıştır. Yapraklardan koku çıkmasını sağlamak için makasla 4 parça olacak şekilde yapay olarak zararlandırılmıştır. Y-tüp ile bağlantı yapan cam fanuslardan bir tanesine yapraklar diğerine ise kontrol olarak hekzan yerleştirilmiştir (Birkett et al. 2000). Deneme 3 tekerrür olarak yapılmıştır. Her tekerrürde 15 gelinböceği kullanılmıştır. Gelinböcekleri deneme başlamadan yarım saat önce dolaptan çıkarılmış ve hareketlenmeleri sağlanmıştır. Bitki karışımı (kayın+hanımeli+çam) ile yapılan denemede ise her bir bitkiden 10'ar yaprak alınıp toplamda 30 yaprak ile çalışılmıştır. Denemelerin her bir tekerrüründe predatör böcek *C.septempunctata* Y- tüp' ün giriş koluna teker teker bırakılmıştır. Predatör böcek olfaktometre kollarından birinin en üst noktasına ulaştığında o kolda bulunan bitki yaprağına yönelim gösterdiği kaydedilmiştir. Kollardan birine 5dk içerisinde yönelmeyen birey seçimsiz olarak kabul edilmiştir.



Şekil 2. Y-tüp olfaktometre (ön planda) ve anemometre (arka planda)  
Figure 2. Y-tube olfactometer and anemometer)

4- kollu olfaktometre de ise bir kol kontrol olarak kullanılmış diğer kollarda bulunan fanuslara bitkiler ayrı ayrı konulmuştur. Predatör böcekler olfaktometrenin tam ortasından birer birer salınmış ve 5 dakika içerisinde kollara yönelen bireyler kaydedilmiştir. Her tekerrürde 32- 33 adet böcek salınmıştır. Denemeler üç tekerrür olarak yapılmıştır.



Şekil 3. 4-kollu olfaktometre

Figure 3. 4-arm olfactometer

### İstatistiki değerlendirmeler

Bu çalışmada predatör böcek *C.septempunctata*'nın kokuya yönelimlerinin belirlenmesinde bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını ölçen Pearson'un ki-kare testi tercih edilmiş ve frekanslar değerlendirilmiştir (Van den Boom et al., 2002).

Elde edilen veriler ANOVA ile karşılaştırılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler için bu testler incelenmiş,  $P<0.01$  ve  $P<0.05$  değerleri istatistik olarak anlamlı kabul edilmiştir. Karşılaştırılan değişkenler arasındaki güvenilirlik düzeyi her tablonun altında  $p<0.01$  ve/veya  $p<0,05$  şeklinde gösterilmiştir.

### Bulgular ve tartışma

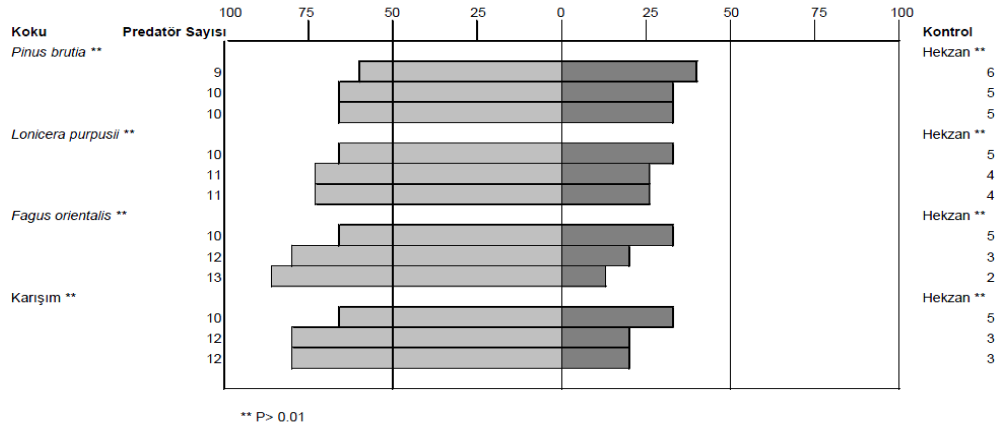
*C.septempunctata* 'nın ergin bireyleri ile Y-tüp olfaktometrede yapılan çalışmada bitki kokularına yönelimlerinde birbirine benzer sonuçlar çıktığı görülmektedir (Şekil 4). Yapılan çalışmada bitki yapraklarına yüzde yönelimleri sırasıyla kayında %77.77 , bitki karışımında %75.55, hanımeli bitkisinde %73.77 ve çamda %64.44 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** *Coccinella septempunctata*'nın çam, hanımeli ve kayın yaprak kokularına Y-tüp olfactometrede % yönelimleri

**Table 1.** Olfactory response of *Coccinella septempunctata* (%) to pine, honeysuckle and beech leaves in the Y-tube olfactometer

Ortalama kokuya yönelim (%) ± Standart sapma	N (toplam predatör sayısı)	
<i>Pinus brutia</i>	64,4±3,7 b	45
<i>Lonicera purpusii</i>	71,1±3,7 ab	45
<i>Fagus orientalis</i>	77,8±3,7 a	45
Karışım	75,6±3,7 ab	45

Test sonuçlarına göre değişik bitki yapraklarına yönelim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p>0.01, p>0,05$ ). Bu sonuçlara göre yedinoktalı gelinböceğinin bitki yapraklarına yönelimlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu denemede en yüksek yönelimin kayın yaprağından çıkan uçucu bitki bileşiklerine olduğu görülmektedir.



**Şekil 4.** Y-tüp olfactometrede *Coccinella septempunctata*'nın farklı bitki yapraklarına % yönelimi

**Figure 4.** Olfactory response of *Coccinella septempunctata* (%) to different plant leaves in Y-tube olfactometer

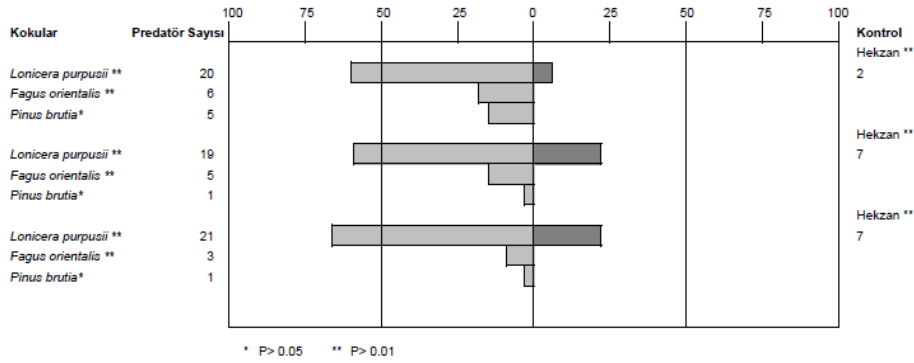
Denemeden elde edilen sonuçlara göre predatör böceğin bitki yapraklarına yönelimlerinde 4kollu olfactometrede önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır (Şekil 5). *C. septempunctata* hanımeli yapraklarının kokusuna %61.87 yönelim gösterirken, kayın yaprağına %14,23 yönelim göstermiştir. En düşük yönelimin ise çam ibresine (%7.07) olduğu gözlenmiştir. Böceğin bitki yapraklarına yönelimi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 2.** *Coccinella septempunctata*'nın çam, hanımeli ve kayın yaprak kokularına 4-kollu olfactometrede % yönelimleri

**Table 2.** Olfactory response of *Coccinella septempunctata* (%) to pine, honeysuckle and beech leaves in the 4- arm olfactometer

Ortalama kokuya yönelim (%) ± Standart sapma	N (toplam predatör sayısı)	
<i>Pinus brutia</i>	7,1±3,7 b	35
<i>Lonicera purpusii</i>	61,9±3,7 a	35
<i>Fagus orientalis</i>	14,2±3,7 b	35
Kontrol	16,6±3,7 b	35

Yapılan çalışmada bitki yaprakları denemeye alındığında yedinoktalı gelinböceği uçucu bitki kokularına Y-tüp olfactometrede yüksek oranda yönelmiştir. Predatör böceğin bu denemede kayın yaprağını diğerlerine göre daha çok tercih ettiği saptanmıştır. Ancak farklı bitki yaprakları 4-kollu olfactometrede sunulduğunda ergin bireylerin ilk tercihi hanımeli bitkisi olmuştur.



**Şekil 5.** *Coccinella septempunctata*'nın farklı bitki yapraklarına 4- kollu olfactometrede yönelimi

**Figure 5.** Olfactory response of *Coccinella septempunctata* to different plant leaves in 4-arm olfactometer

Schmid (1992) coccinellid'lerin beslenmek üzere daha çok yaprakbiti ile bulaşık bitkilerde bulunduğunu ancak bazı bitkilerde yaprakbiti olmasına rağmen coccinellidlerin polen ile beslendiğini, hatta çok sayıda bireyin yaprakbiti olmayan bitkilerde sadece polenle beslendiğini, polen kaynağının coccinellid'ler için önemli bir besin kaynağı olduğunu, bu gibi bitkilerde sekonder bitki bileşiklerinin gelinböceklerini çekebileceğini belirtmektedir. Yapısal bileşenlerin fitofag zararı

olmadığında bitki tarafından üretilen koruyucu kimyasallar olduğunu (Rhoades, 1985), bitkilerin herbivorlar tarafından zarara uğramadan önce bu kimyasalların doğal düşmanları çektiğini ve bu bitkilerde bulunmasını sağlama potansiyelinde olduğunu belirtmektedir (Dicke & Sabelis 1988a,b). Bunların gelinböceklerinin ekolojisinde önemli bir yeri olduğu; örneğin; Y-tüp olfaktometrede yedinoktalı gelinböceğinin bazı uçucu bitki bileşiklerine yönelimi ile ilgili yapılan çalışmalarda adı kadıntuzluğu (*Berberis vulgaris* L.) bitkisinde bulunan metanol ekstraktının erkek ve dişi bireyler üzerinde çekici olduğu, eter ekstraktının ise çekici etki göstermediği, bu bitkinin coccinellidlerde yumurtlamayı teşvik ettiği belirtilmektedir (Shah, 1983). Alhmedi et al. (2010) ise çeşitli bitkilerde bulunan limonenin coccinellid'ler için potansiyel bir kairamon olduğunu bildirmiştir.

4 kollu olfaktometrede yapılan denemede predatör böceğin bu bitkiler arasından keskin kokulu hanımeli bitkisine daha yüksek oranda yöneldiği gözlemlenmiştir. Böceklerin yön bulmada kullandığı sinyalin etkisinin mesafeye ve koku kaynağının yoğunluğunun fazla olmasına bağlı olduğunu (Stanton, 1983; Elkinton et al., 1987), düşük koku konsantrasyonlarında böceklerin rastgele koku kaynağına yöneldiğini, buna karşın koku konsantrasyonu arttıkça bu hareketlerin doğrudan koku kaynağına doğru olduğunu belirtmektedir (Kander 1996). Yaptığımız çalışmada da *C. septempunctata*'nın davranışları yukarıda adı geçen yazarların görüşleriyle benzerlik göstermektedir.

Y-tüp olfaktometre ile yapılan çalışmada *C. septempunctata*'nın kayın, bitki karışımı, hanımeli ve çam ibresinden çıkan kokulara benzer oranda çekildiği görülmektedir. Bu bitkilerin hepsinde limonen bileşiği bulunduğu birçok yazar tarafından belirtilmektedir (Khalil & Rasmussen 1992, Schuh et al., 1997, Dindorf et al. 2005, Zhou et al. 2012).

Y-tüp olfaktometrede bitkiler ayrı ayrı denemeye alındığında predatör böcek bitki ve kontrolden bitki kokusunu daha çok tercih etmiştir. Ancak 4 kollu olfaktometrede deneme aynı anda 3 bitki türü ve kontrol bulunduğu predatörün en yoğun kokuya sahip olan bitkiyi tercih ettiği ortadadır yani böcek aynı anda ortaya sunulan kokulardan en etkili olanı seçmekte ve oraya doğru yönelmektedir.

Bitkilerden salgılanan uçucu bitki bileşiklerinin organizmalar arasındaki iletişimi sağlamada önemli bir rolü olduğu bilinmektedir. Bitki uçucularının sentezlenmesinde biyokimya ve moleküler biyolojide meydana gelebilecek gelişmeler bu gibi bitki uçucularının doğadaki rollerinin değerlendirilmesi, onların düzenlenmesi ve geliştirilmesinin altında yatan mekanizmaların aydınlatılmasında önemli rol oynayacaktır. Uçucu bitki bileşikleri ile yapılan araştırmaların önümüzdeki yıllarda biyolojik mücadeleyi koruma çalışmalarına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

## Teşekkür

Bu çalışmayı UAP(Z)-2010/45 no'lu proje ile destekleyen Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz.



## Kaynaklar

- Al Abassia S., M.A. Birkettb, J. Petterssona, J.A. Pickettb, & C.M. Woodcock 1998. Ladybird beetle odour identified and found to be responsible for attraction between adults. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 54 (1998): 876- 879.
- Alhmedi A., E. Haubruge & F. Francis 2010. Identification of limonene as a potential kairomone of the harlequin ladybird *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, 107: 541–548.
- Birkett M.A, C.A.M. Campbell, K. Chamberlain, E. Guerrieri, A.J. Hick, J.L. Martin, M. Matthes, J.A. Napie, J. Pettersson, J.A. Pickett, G.M. Poppy, E.M. Pow, B.J. Pye, L.E. Smart, G.H. Wadhams, L.J. Wadhams, & C.M. Woodcock 2000. New roles for cis-jasmone as an insect semiochemical and in plant defense. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 97:9329-9334.
- Dicke M. & M.W. Sabelis 1998a. Infochemical terminology: should it be based on cost-benefit analysis rather than origin of compounds? *Functional Ecology*, 2: 131- 139.
- Dicke M. & M.W. Sabelis 1998b. How plants obtain predatory mites as bodyguards. *Netherlands Journal of Zoology*, 38: 148- 165.
- Dindorf T., U. Kuhn, L. Ganzefeld, G. Schebeske, P. Ciccioli, C. Holzke, R. Koble, G. Seufert, & J. Kesselmeier 2005. Emission of monoterpenes from European beech (*Fagus sylvatica* L.) as a function of light and temperature. *Biogeosciences Discussions*, 2: 137–182.
- Dudareva N., B. Picchulla, & E. Pichersky 2000. Biogenesis of floral scents. *Horticultural Reviews*, 24: 31–54.
- Elkinton J.S., C. Schal, T. Ono & R.T. Carde 1987: Pheromone puff trajectory and upwind flight of male gypsy moths in a forest. *Physiological Entomology*, 12: 399–406.
- Güngör İ, A. Atatoprak, F. Özer, N. Akdağ & N.İ. Kandemir 2002. Bitkilerin Dünyası Bitki Tanıtımı Detayları ile Fidan Yetiştirme Esasları. Ankara, ISBN 975-97874- 0- 7, 384 s.
- JMP. 2001. JMP Statistical software, version 5. Cary, NC, USA: SAS Institute. Kesdek M. & E. Yıldırım 2006. Bitki kairomonlarının entomolojik yönden önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (1): 137-144.
- Khalil M.A.K & R.A. Rasmussen 1992. Forest hydrocarbon emission: Relationships between fluxes and ambient concentrations. *Journal. Air Waste Manage Association*, 42: 810- 813.
- Knudsen J.T., L. Tollsten, & L. G. Bergstrom 1993. Floral scents a checklist of volatile compounds isolated by head-space techniques. *Phytochemistry*, 33: 253–280.
- Metcalf R.L. 1986. Coevolutionary adaptations of rootworm beetles (Col: Chrysomelidae) to Cucurbitacins. *Journal of Chemical Ecology*, 12: 1109- 1124.
- Metcalf R.L. & R.L. Lampman 1989. Chemical Ecology of Diabroticites and Cucurbitaceae. *Experientia*, 45: 240- 247.
- Pichersky E. & J. Gershenzon 2002. The formation and function of plant volatiles: perfumes for pollinator attraction and defense. *Current Opinion in Plant Biology*, 5: 37–243.
- Rhoades D.F. 1985. Offensive-defensive interactions between herbivores and plants. Their relevance in herbivore population dynamics and ecological theory. *The American Naturalist*, 125: 205- 238.

- Rodriguez-Saona C. B.R. Blaauw & R. Isaac 2011. Manipulation of Natural Enemies in Agroecosystems: Habitat and Semiochemicals for Sustainable Insect Pest Control. URL: <http://www.isaacslab.ent.msu.edu> (Erişim Tarihi: 21 Ekim 2013).
- Schaller M. & W. Nentwig 2000. Olfactory orientation of seven-spot ladybird beetle, *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): Attraction of adults to plants and conspecific females. *European Journal of Entomology*, 97: 155- 159.
- Schmid A. 1992. Untersuchungen zur Attraktivität von Ackerwildkrautern für aphidophage Marienkafer ( Coleoptera: Coccinellidae). *Agrorökologie*, 5: 1- 122.
- Schuh G., A. C. Heiden, T. Hoffmann, J. Kahl, P. Rockel, J. Rudolph, & J. Wildt 1997. Emissions of volatile organic compounds from sunflower and beech: Dependence on temperature and light intensity. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 27: 291–318.
- Shah M.A. 1983. A stimulant in *Berberis vulgaris* inducing oviposition in coccinellids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*; 33:119-120.
- Simpson M., G.M. Gurr, A.T. Simmons, S.D. Wratten, D.G. James, G. Leeson & H.I. Nicol 2011. Insect attraction to synthetic herbivore-induced plant volatile treated field crops. *Agriculture and Forest Entomology*, Vol.13, pp. 45-57, ISSN 1461-9555.
- Stanton M.L. 1983. Spatial patterns in the plant community and their effects upon insect search. In Ahmad S. (ed.): *Herbivorous Insects: Host-seeking Behavior and Mechanisms*. Academic Press, New York, pp. 125–157.
- Van Den Boom C.E.M., T.A. Van Beek & M. Dicke 2002. Attraction of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) towards volatiles from various *Tetranychus urticae* infested plant species. *Bulletin of Entomological Research*, 92: 539–546.
- Zhou H.Y, N.N. Zhao, S.S. Du, K. Yang, C.F. Wang, Z.L. Liu & Y.J. Qiao 2012. Insecticidal activity of the essential oil of *Lonicera japonica* flower buds and its main constituent compounds against two grain storage insects. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 912- 917.